

Körültekintően a határértékekkel! A mikotoxinok bendőbeli lebomlása és átalakulása

Kótiné dr. Seenger Julianna, Dr. Dégen László, Dr. Monostori Attila

Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.

Ahogy már előző cikkeinkben utaltunk rá, igen nehéz a toxin okozta problémák diagnosztizálása, pontosabban a problémák okait közvetlenül egyes toxinokra visszavezetni, hiszen számos tényező befolyásolja a mikotoxinok egészségi állapotra gyakorolt közvetett és közvetlen hatását. Éppen ebből a komplexitásból adódóan nagy kihívást jelent az állategészségügyi szempontból biztonságos határértékeket meghatározni. A nehezítő tényezők közé sorolhatók az egyes kutatások és kutatási eredmények hiánya, az állatfajok érzékenysége közötti különbségek, a mintavételezés pontatlansága, az eltérő analitikai módszerek, a potenciális mikotoxinok nagy száma és azok egymás közötti, valamint a stressz faktorokkal való interakciója (Hamilton, 1984; Schaeffer és Hamilton, 1991).

Jelenleg hatályos jogszabály takarmányok toxin-tartalmát illetően csak az aflatoxin B1 maximálisan megengedhető szintjére van. A többi toxin határértékekre csupán ajánlások vannak érvényben. Hazánkban az Európai Unió hatályos ajánlási határértékeit tartjuk szem előtt (2006/576/EC. és 2013/165/EU). Ezen kívül a Magyar Takarmánykódexben (2004) a Magyar Állatorvostudományi Bizottság a toxinokra vonatkozóan depresszív és toxikus értékeket határoz meg. A depresszív szint a takarmánykeveréknek az a legkisebb mikotoxin koncentrációja, amelynek jelenléte biztonsággal valószínűsíti az érintett állományok teljesítményének csökkenését. A toxikus szint pedig a takarmánykeveréknek az a legalacsonyabb toxinkoncentrációja, ami az adott toxinra jellemző megbetegedést nagy valószínűséggel kiváltja. A Takarmány Kódex ugyan nem definiálja, de vélhetőleg az értékek teljes értékű, 12%-os nedvességtartalmú takarmányokra vonatkoznak.

A természetes módon szennyeződött takarmányokban lévő toxinok sokkal toxikusabbak, mint amikor tisztított toxinkultúrát kevernek nem szennyezett takarmányba (Applebaum és mtsai, 1982). Foster és mtsai (1986) kimutatták, hogy az a takarmány, amely tisztított, hozzáadott DON-t tartalmazott, kevésbé volt toxikus, mint amikor ugyanolyan toxinkoncentrációjú, de természetes kontaminálódású DON-nal szennyezett takarmányt etettek. Smith

és MacDonald (1991) utaltak rá, hogy a több *Fusarium* faj által termelt fuzárium sav DON-nal együtt előfordulva többféle tünetet váltott ki. Lillehoj és Ceigler (1975) a penicillin sav és a citrinin külön-külön történő előfordulását ártalmatlannak találta laborállat vizsgálatoknál, azonban ha ezek kombinációját adagolták, az elhullás 100%-os volt.

Ezek a vizsgálatok arra mutatnak rá, hogy egyéb, eddig le nem írt toxinok, illetve a mikotoxinok interakciója nem elhanyagolható tényező. A tejelő takarmányok tipikusan többféle mikotoxint tartalmazhatnak egyszerre (Hagler és mtsai, 1984).

Ahogy azt az előzőekben említettük, a bendő elsődleges védvonalként megvédi a kérődző állatok szervezetét a közvetlen toxinterheléstől. Például az ochratoxin A az előgyomrok flórája által igen hamar átalakul a kevésbé toxikus ochratoxin- α formává, és így az intakt ochratoxin A-nak csak igen kis mennyisége szívódik fel.

In vitro kísérletek azt mutatták, hogy az ochratoxin A-t a bendő protozoák legnagyobb részben lebontják, és egy egészséges marha szervezete akár 12 mg ochratoxin A/kg takarmány mennyiséget is képes inaktiválni. Ez a hatékony hatástalanítás magyarázza a kérődzők ochratoxin A-val szembeni viszonylag nagymértékű toleranciáját (Hult és mtsai, 1976; Pettersson és mtsai, 1982). A takarmány összetételben történő drasztikus változtatás, illetve a tejelő adagban a nagy fehérjetartalmú koncentrátum megváltoztathatja a bendő-mikroorganizmusok „hasító”, (inaktiváló) képességét (Xiao és mtsai 1991; Muller és mtsai, 2001), ezért fordulhat elő, hogy elvéve kis mennyiségű ochratoxin A-t ki lehet kimutatni tejből (Skaug, 1999).

A DON toxin gyakorlati határértékei tejelő takarmányokban

A kérődzők mérsékelten érzékenyek a DON-nal szemben, mivel a DON-t szinte teljes mértékben a kevésbé toxikus deepoxidált formájává, DOM-má alakítja a bendőflóra.

Ingalls (1996) kutatásai azt mutatták, hogy a szarvasmarha néhány hétig, nagyobb mértékű elváltozás nélkül képes a 8,5 mg/kg (8500 ppb) DON szintet tolerálni a takarmányban. Egy másik vizsgálat azt mutatta, hogy a 3,1-3,5 mg/kg (3100-3500 ppb) koncentrációjú, 12% nedvességtartalmú takarmány etetése nem okozott semmilyen jelentősebb egészségkárosodást, azonban a takarmány etetése idején átmenetileg megemelte az ammónia koncentrációt (Dänicke és mtsai, 2005; Seeling, Boghun, 2006; Seeling, Dänicke és mtsai, 2006).

Az uniós ajánlás a következő legmagasabb határértékeket javasolja DON-ra vonatkozóan: takarmány-alapanyagokban, gabonafélék és gabonakészítményekben kivéve a kukorica melléktermékeket: 8 mg/kg (8000 µg/kg; 8000 ppb). Kukorica melléktermékek esetén 12 mg/kg (12000 µg/kg; 12000 ppb). Kiegészítő és teljes értékű takarmányok tejelő marhák esetében 5 mg/kg (5000 µg/kg; 5000 ppb). A Magyar Állatorvos-tudományi Bizottság szintén 5000 ppb DON koncentrációt ad meg depresszív értéknek.

Gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy sokkal szigorúbbnak kell lennünk a tejelő marhák takarmányában mért DON koncentrációval kapcsolatban. Nem hivatalos ajánlás szerint, amennyiben a nagytejű TMR-ben (12% nedvességtartalomra vonatkoztatva) az 1000 ppb (1136 ppb sza.) koncentrációt meghaladja a DON, már növelheti az állategészségi kockázatot. Ez a napi toxinbevitel (24 kg/nap/tehén szárazanyagfelvétel mellett) megfeleltethető az alábbi felső értékeknek az egyes TMR-komponensekre átszámolva, amennyiben azok egyedüli toxinforrások az adagban:

- napi 7 kg sza./tehén etetésekor 3900 ppb (sza.) DON.
- szemeskukorica esetében: napi 3,5 kg sza./tehén etetésekor 7800 ppb (sza.).
- légszáraz abrakkeverék-táp esetében: napi 11 kg sza./tehén etetésekor 2500 ppb (sza.) DON.

A zearalenon (F2) toxin gyakorlati határértékei tejelő takarmányokban

A zearalenont a bendőflóra annak hidroxil metabolitjává α-zearalenollá (kb. 90%) és kisebb mennyiségben β-zearalenollá alakítja (Kiessling és mtsai, 1984; Kennedy és mtsai, 1998).

Habár az α-zearalenolnak erősebb az ösztrogénhatása a zearalenonhoz viszonyítva, ennek hatását azonban enyhítheti annak kisebb mértékű felszívódása, valamint a májban β-zearalenollá történő átalakulása (Diekman és Green 1992; Dänicke és mtsai, 2005; Seeling és mtsai, 2005). A zearalenon és metabolitjainak átjutása a tejbe nem jelentős mértékű, értéke gyakran a kimutathatósági határ alatt marad (Seeling és mtsai, 2005).

Az uniós ajánlás a következő legmagasabb határértékeket ajánlja zearalenonra (F2) vonatkozóan: takarmány-alapanyagokban, gabonafélék és gabonakészítményekben, kivéve a kukorica melléktermékeket: 2 mg/kg (2000 µg/kg; 2000 ppb). Kukorica melléktermékek esetén 3 mg/kg (3000 µg/kg; 3000 ppb). Kiegészítő és teljes értékű takarmányok tejelő marhák esetében 0,5 mg/kg (500 µg/kg; 500 ppb). A Magyar Állatorvos-tudományi Bizottság 150 ppb koncentrációt ad meg depresszív, és 300 ppb értéket toxikus értéknek. Borjaknál a depresszív értéket 250 ppb koncentrációban határozza meg.

A Magyar Állatorvos-tudományi Bizottság ajánlása szerint amennyiben TMR-ben 12%-os nedvességtartalomra vonatkoztatva az F2 koncentráció a 150 µg/kg (ppb) (170 ppb sza.) értéket meghaladja, akkor depresszivitással, ha a 300 µg/kg (ppb) (340 ppb sza.) F2 koncentrációt meghaladja, ekkor már megbetegedéssel kell számolni.

24 kg/nap/tehén sza. felvétel mellett kalkulálva ez a napi toxin bevitel egyenértékű az alábbi koncentrációkkal, amennyiben az adott TMR-komponens az egyedüli toxinforrás az adagban.

- kukoricaszilázs esetében: depresszív napi 7 kg sza./tehén etetésekor 580 ppb (sza.) F2 koncentrációjú és toxikus 1160 ppb (sza.) F2 koncentrációjú kukoricaszilázs etetése.
- szemeskukorica esetében: napi 3,5 kg sza./tehén etetésekor depresszív az 580 ppb sza. koncentráció és toxikus az 1160 ppb sza. érték.
- légszáraz abrakkeverék - táp esetében: napi 11 kg sza./tehén etetésekor depresszív hatású a 370 ppb sza. koncentráció és toxikus a 740 ppb sza. érték.

A T2 toxin gyakorlati határértékei tejelő takarmányokban

A T2 és HT2 toxinokat különböző *Fusarium* fajok termelik. A T2 toxin igen rövid idő alatt különböző anyagokra bomlik, legnagyobb mértékű metabolitja a HT2 toxin.

A 2006/576/EC ajánlásában még nem szerepeltet T2 toxinra vonatkozóan értékeket, azokat később, a 2013/165/EU ajánlásba foglalják bele. Ebben az ajánlásban is a gabonákra, gabona termékekre, malomipari termékekre térnek ki. Takarmányok közül a teljes értékű takarmányok előállítására szánt gabonák legmagasabb ajánlott T2 és HT2 koncentrációja 250 ppb, még egyéb gabonákban ez az érték 500 ppb.

AZ EFSA (Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság) „Szennyező anyagok az élelmiszerláncban” Bizottsága (CONTAM) az addigi eredmények alapján azt állapította meg, hogy a T2 toxin kérődzőkre nem jelent egészségügyi kockázatot. A Bizottság gabonákra, valamint feldolgozott gabona alapú termékekre ad

meg javaslati értékeket. Az ajánlás azonban sugallja, hogy T2 és HT2 toxin terén a pontosításhoz még további vizsgálatok szükségesek.

Az MTA Állatorvos-tudományi Bizottsága TMR-nél 1000 µg/kg (1100 ppb sza.) értékben határozza meg a depresszív értéket, és ennek duplájaként (2200 ppb sza.) a toxikus értéket.

Ez a napi toxin-bevitel egyenértékű az alábbi toxin-koncentrációkkal, amikor az adott TMR-komponens az egyedüli toxinforrás az adagban.

- kukoricaszilázs esetében: napi 7 kg sza./tehén etetésekor depresszív a 3700 ppb sza. koncentráció és toxikus a 7400 ppb sza. érték.
- szemeskukorica esetében: napi 3,5 kg sza./tehén etetésekor depresszív a 7500 ppb sza. koncentráció és toxikus a 15.000 ppb sza. érték.
- légszáras abrakkeverék-táp esetében: napi 11 kg sza./tehén etetésekor depresszív a 2400 ppb sza. koncentráció és toxikus a 4800 ppb sza. érték.

(Minden esetben, nagytejű adagban, 24 kg/nap/tehén sza. felvétel mellett kalkulálva.)

A fumonizin toxin gyakorlati határértékei tejelő takarmányokban

A fumonizin áthalad a bendőn. Jersey teheneknél 14 napig tartó, napi 3 mg fumonizin B1/testtömeg kg adagolása csökkent takarmányfelvételhez és tejtermelés visszaeséshez vezetett (Richard és mtsai, 1996; Caloni és mtsai, 2000). A toxin hatásának tüneteiként egyes májenzimek emelkedett szérum enzim aktivitását (AST, GGT) figyelték meg, amelyből egy közepes hepatocelluláris gyulladást feltételeztek. Hízó borjaknál csökkent limfoblasztogenezist okozott (Osweiler et al. 1993). Ezeket a tüneteket 2,4-3,5 mg/testtömeg kg mennyiségű FB1 fogyasztása során észlelték. A penésszel történt fertőzés az egyes táplálóanyagok emészthetőségét is megváltoztathatja.

Az uniós ajánlás a következő legmagasabb határértékeket javasolja fumonizinekre (FB1 és FB2) vonatkozóan: kukorica és kukorica alapú termékek esetén 60 mg/kg (60000 µg/kg; 60000 ppb). Kiegészítő és teljes értékű takarmányok esetén négy hónapnál fiatalabb borjaknak 20000 ppb, annál idősebb marhák esetében 50 mg/kg (50000 µg/kg; 50000 ppb). Ezt az értéket takarmánykomponensekre átszámolva, már igen magas tolerancia tartományokat kapunk.

A fenti számításoknál, illetve a takarmányalapanyagok jegyzőkönyveinek áttanulmányozása, és az adagösszeállítás során vegyük figyelembe, hogy a takarmányok toxintartalma összeadódik! Az eddigiek alapján, azt gondolhatjuk, hogy a kérődzők jelentős mértékben védve vannak a toxinok káros hatásaival szemben, ami sok tekintetben igaz, összehasonlítva a monogasztrikus állatokkal. Az egészséges marha egészséges állapotú bendője nagy segítséget jelent a toxinok elleni védekezésnél, így egyes toxinokra kevésbé érzékenyek a kérődző fajok. Ne feledjük azonban, hogy ez a megfelelő, egészséges bendőre igaz. Sok esetben előfordul (főként nagytejűeknél, tranzíciós időszakban stb.), hogy teheneink bendője nem tudja maximálisan ellátni ezt a „védelmi” szerepét.

Nyilvánvaló az összefüggés a bendő toxinsemlegesítő kapacitása és az egészségkárosodás között. A tejelő marhák takarmányában előforduló toxinok bendőstabilitásáról és felszívódásáról sok esetben nem áll rendelkezésünkre vizsgálati eredmény.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az ajánlásokban megengedett toxinkoncentrációk mellett is problémák léphetnek fel az adott toxin következményeként. Ha csak lehetőségünk van rá, konzervatívabb határértékeket kövessünk! Az előző cikkben erre hívtuk fel a figyelmet az aflatoxin B1 koncentrációját illetően, és ez igaz a takarmányokban előforduló egyéb mikotoxinok koncentrációjára is.

Tehát csak „Körültekintően a határértékekkel!”

